

## Balık Üretiminden Kaynaklanan Kirlilik ve Çözüm Yolları

\*Ahmet Adem Tekinay, Derya Güroy, Nazan Çevik

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 17100 Çanakkale, Türkiye

\*E mail: atekinay@comu.edu.tr

**Abstract: Aquaculture pollution and solutions.** Aquaculture pollution mainly originates from the physical and chemical characteristics of feed and the applied feeding management. The production of fish feed by using the extruder technology prevents the dust and broken particles formation by enhancing the water stability of feed. Feed loss is prevented by controlling the sinking rates of feed. By using the appropriate mechanical equipment during feed production, the feed density can be adjusted according to the freshwater and marine environment. Instead of oil spraying, the use of vacuum coating for oil addition of feed prevents oil leakage into the aquatic environment. The choice of highly digestible feed ingredients with low cellulose content and the application of heat treatment (85 – 90 °C) for an appropriate period of time to feed in the preconditioner decreases fecal waste production by increasing carbohydrate digestibility. The balancing of the Nitrogen: Phosphorus and Protein: Energy ratios in the feed formulations provide the decreasing of the amount of dissolved ammonium, and phosphorus released to the environment. The pollution, due to fish feeding, may be also minimized through developing feeding tables according to the Thermal Growth Coefficient (TGC) of fish based on the characteristics of the fish farms.

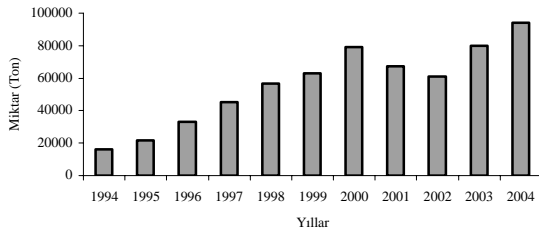
**Key Words:** Pollution, aquaculture, fish feed, feeding management.

**Özet:** Balık üretiminden kaynaklanan kirlilik, yemin fiziksel özellikleri, kimyasal özellikleri ve uygulanan yemleme yönetiminden meydana gelmektedir. Yemin ekstruder teknolojisi ile üretilmesi, yemin sudaki dayanıklılığını artırarak toz ve kırıkların oluşmasını önlemektedir. Yem üretimi esnasında uygun mekanizasyon kullanılarak yem yoğunluğunun tatlı su veya deniz suyu ortamlarına göre ayarlanması yemlerin batma hızını kontrol ederek yem kayıplarını önlemektedir. Yemlerin dış yağlama işleminde emdirme metodu yerine vakum yağlama metodunun kullanılması, yağların sızıntı yolu ile su ortamına geçmesini önlemektedir. Sindirilebilirliği yüksek ve selülozca düşük hammaddelerin seçimi ve yemlerin ön şartlandırıcıda 85 – 90 °C arasında uygun sürede ısı işleme tabi tutulması, karbonhidrat sindirilebilirliğini artırarak dışkı üretimini azaltmaktadır. Yem formülasyonlarında azot:fosfor ve protein:enerji oranlarının dengelenmesi, ortama bırakılan amonyak ve fosfor miktarının azaltılmasını sağlamaktadır. İşletmelerin özelliğine göre Termal Büyüme Katsayısı (TBK) esasına dayanarak oluşturulan yemleme tabloları ile de yemlemeden kaynaklanan kirlilik en aza indirilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kirlilik, balık yetiştiriciliği, balık yemleri, yemleme yönetimi.

### Giriş

Türkiye’de balık yetiştiriciliği, 1970’li yıllarda ilk alabalık üretim işletmesinin kurulması ile başlamış ve 90’lı yıllardan itibaren hızlı bir gelişme göstererek 2004 yılı itibarı ile yıllık 94 000 ton üretim kapasitesine ulaşmıştır. 1984 – 2004 yılları arasında Türkiye balık miktarları logaritmik olarak artmıştır (UNEP/MAP, 2004) (Şekil 1).



Şekil 1. 1994 – 2004 yılları arasında Türkiye akuakültür üretimi (FAO, 2004).

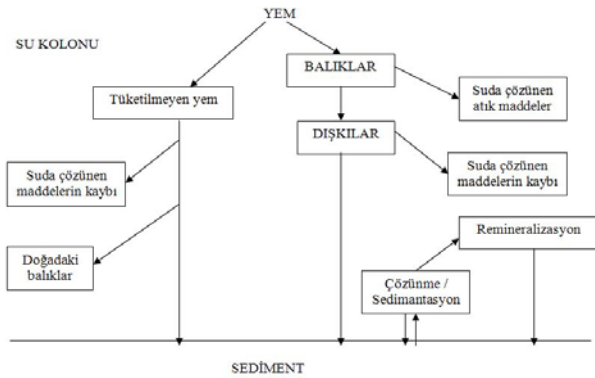
Ülkemizde balık yetiştiriciliğinden sağlanan üretim, 1990’lı yılların başında su ürünleri toplam üretiminin yaklaşık

% 3’ünü oluştururken, 2000’li yıllarda ise bu değer yaklaşık % 11’e yükselmiştir. Türkiye için dikkate değer önemli olan bir nokta, su ürünlerinin Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilen tek hayvansal gıda olmasıdır. Bu pazar alanını genişletmek ve kalitenin devamlılığı amacıyla bu sektöre gereken önemin verilmesi gerekmektedir.

Büyük bir hızla gelişen yetiştiricilik sektörüne paralel olarak yem üretim ve tüketim miktarları da önemli boyutlara ulaşmıştır. Balık yetiştiriciliğinin kapasite artışının bir sonucu olarak su ürünleri işletmelerinin çevreye bıraktıkları katı ve çözünmüş atık miktarlarının artması beklenmektedir (Yıldırım ve Korkut, 2004; Tekinay, 2000; Cho ve diğ., 1994).

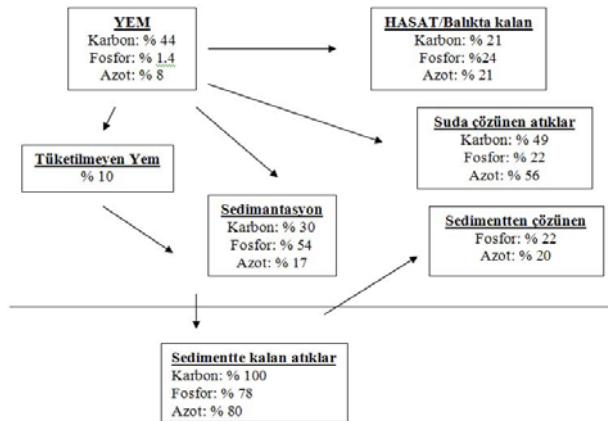
Balık üretiminin çevreye olan etkilerini açıklamak için bir biyosistem olarak yetiştirme ortamının bilinmesi gerekmektedir (Şekil 2).

Balık yetiştirme işletmelerinde, fosfor ve azot çevreye etkileyen ana unsurları oluşturmaktadır. Bu maddelerin çevreye yaptıkları etki, kullanılan balık yeminin fiziksel ve kimyasal özelliklerine ve uygulanan yemleme yönetimine bağlıdır. Su kalitesinin bozulmasına neden olan bu maddelerin çiftlik atık sularındaki konsantrasyonlarının düşürülmesi için, uygulanan üretim sistemine göre stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 2. Entansif balık yetiştiriciliğinde su kolonunda atık maddelerin oluşması ve birikimi (UNEP/MAP, 2004)

Gowen ve diğ. (1997)'nin, Kıbrıs'taki, çipura ağ kafes işletmelerinde balık yemlerinin çevreye ve dolayısıyla su kalitesine etkilerinin tespiti için yaptıkları araştırmada, suda çözünen ve organik atıkların sistem içinde kütle dengesini değerlendirmişlerdir.



Şekil 3. Ağ kafes işletmelerinde suda çözünen ve organik atık tespiti için kütle dengesi modeli (Gowen ve diğ., 1997).

Bu dengeden görüldüğü üzere, balık yetiştiriciliğinde çevre kirliliğine neden olan başlıca etkenler; tüketilmeyen yem, sindirilmeyen ve suda çözünen maddelerdir. Bu etkenler yemlerin fiziksel ve kimyasal kalitesinin geliştirilmesi ve dengeli yemleme stratejileri ile azaltılabilmektedir (Cho ve diğ., 1994).

#### Balık Yemlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Balık yemlerinin fiziksel ve kimyasal kalitesini belirleyen parametrelerin arasında hammadde seçimi, balık türüne göre yem formülasyonu, yem üretim teknolojisi ve üretim sırasında uygulanan kalite kontrol stratejisi yer almaktadır.

Balık üretiminde ortaya çıkan kirliliğin biyolojik açıdan değerlendirilmesi durumunda dikkat edilecek noktalar, Cho ve diğ. (1994) tarafından özetlenmiştir.: (1)Sindirilebilirlik oranı değerlendirilerek dikkatli hammadde seçimi, (2) Maksimum enerji ve protein kullanılabilirliğinin sağlanması için dengeli yem formülasyonlarının oluşturulması, (3) Balık yemi üretiminde yemin fiziksel ve kimyasal kalitesini sağlamak için

uygun teknoloji ve yöntemlerin uygulanması, ve (4) Beslenme rejimlerinin denetim altında tutularak fazla nütrient miktarının dengelenmiştir (Cho ve diğ., 1994).

Çevre kirliliğini en aza indirmek için; öncelikle yem üretiminde kritik nokta olan hammadde seçiminin kontrol altına alınması gerekmektedir. Kullanılacak hammaddelerde;yüksek sindirilebilirlik kat sayısı, yüksek enerji miktarı, düşük selüloz oranı aranmalı ve anti-besinsel maddeler içermemesine dikkat edilmelidir.

Balık üretiminde kirliliği en aza indirmede yem formülasyonları büyük önem taşıdığından dolayı, dengeli beslenme ve minimum kirlilik sağlanması için balık yeminde fazla olan nütrientleri azaltarak balık türüne ve gelişme evresine göre gerekli olan Azot:Fosfor (N:P) dengesi kontrol altında tutulmalıdır. Ayrıca, enerji ihtiyacına göre yemlerin protein:enerji (P:E) dengesi ayarlanmalıdır. Yemde, ihtiyaca göre fosfor miktarının ayarlanması için; hammaddelerde bulunan azot / fosfor kullanılabilirliği tespit edilmeli, balık türü ve balığın gelişim evresine göre azot / fosfor ihtiyacı belirlenmeli ve soya, mısır gluteni gibi azot : fosfor oranı düşük olan bitkisel hammaddeler tercih edilmelidir (Cho ve diğ., 1994; Hardy ve Gatlin, 2002).

Yemlerin çevresel etkilerini belirleyen önemli bir unsur da yem üretim teknolojisi. Günümüzde balık üretim sektöründe iki farklı tip teknoloji kullanılmaktadır: Pelet Pres ve Ekstrüzyon teknolojisi. Balık üretiminin çevresel etkileri bu iki teknoloji değerlendirildiğinde, yemlerin pişirilerek şekil verilmesini kapsayan termo-mekanik bir olan ekstrüzyon teknolojisi, çevreye olan etkileri azaltarak, sindirilebilirliği daha yüksek olan yem üretme olanağını sunmaktadır.

Ekstrüzyon yöntemi ile üretilen yemlerin en büyük avantajlarından biri tatlı ve tuzlu su ortamına ve yaz-kış şartlarına göre yüzebilirlik-batabilirliklerinin ayarlanabilmesidir. Ağ kafes sistemlerinde, balıklara yüzen yem verildiğinde yemler balıklar tarafından tüketilmeden, rüzgar ve dalgaların etkisi ile kafes dışına çıkacaktır. Aynı ortamda, hızlı batan yemler ise balıklar tarafından alınmadan zemine çökecektir. Bu tip yoğunluk ayarlanması, yemin ekstruder çıkışında oluşana genleşme kontrolü ile dengede tutulmaktadır. Yem genleşmesi ise ekstruderde sıcaklık - basınç kontrolüyle sağlanmaktadır (Woodroffe, 1994). Ayrıca, ekstruderin önüne monte edilen genleşmeyi önleyici aparatlar kullanılmaktadır.

Yağlar geleneksel olarak, balık yemlerine püskürtme metodu kullanılarak emdirilir. Dönerek yağ kaplama metodunda, çeşitli boyuttaki tamburlarda, yağ yemin tüm yüzeyine dönerek püskürtülür. Pelet büyüklüğüne ve yüzey yapılarına bağlı olarak yağ emdirme oranı yaklaşık % 4-10 arasında değişmektedir İyi yapıdaki peletlere % 15'e kadar yağ uygulanabilir. 1990'lı yılların ortalarında, vakumla yağ kaplama balık yem endüstrisinin tercih edilen bir işlemi haline gelmiştir. Bu metot, daha kısa zamanda peletlerin gözenekli merkezlerine yağın daha kolay girmesini ve yeme daha fazla yağ absorbe edilmesine olanak sağlamaktadır (Buhler, 2005). Ekstrüzyon teknolojisinde ekstrüzyon öncesinde karmaya, daha yüksek yağ oranı ilave edilerek, yüksek enerjili yem üretilmesi mümkün hale gelmektedir.

Ekstruzyon yönteminde, ön şartlandırıcı ve ekstruderde uygulanan ısı ve buhar sayesinde, yemde bulunan nişastanın % 60-90'ını jelatinize olur ve nişasta kullanılabilirliği artar. Nişasta jelatinizasyonuna etki eden faktörler, yemin ön şartlandırıcıda muamele süresi, sıcaklık ve verilen su / buhar miktarıdır. Su miktarı ve sıcaklığın düşürülmesi ve tutulma süresinin azaltılmasıyla, nişasta jelatinizasyonu oranı düşmektedir. Optimum nişasta jelatinizasyonu, yemin sindirilebilirliğini ve yemin fiziksel kalitesini artırmaktadır. Ön şartlandırıcıda 85 – 90 °C'lik sıcaklık ve % 30'luk bir nem oranı sağlandığında ve geçiş süresi en az 45 saniyeye ayarlandığında, nişasta jelatinizasyonu % 80-90 düzeyine ulaştırılmaktadır. Böylece, nişasta kullanılabilirliği artırılarak, dışkı yoluyla atılan karbonhidrat oranı en aza indirgenir ve katı madde kirliliğinde önemli düşme sağlanır (Bühler, 2005).

Ekstruzyon, mikroorganizma yükü ve diğer istenmeyen kontaminantlar oranlarının da düşürülmesine yardımcı olur. Yemdeki mikroorganizmaların azaltılması, balıkların daha az hastalanmalarına katkı sağlamaktadır. Ekstrude yemlerin suda dayanıklı olması ve daha az tor ve kırık oluşumu fiziksel kalite bakımından önemli noktalar. Yukarıda bahsedilen faktörlerden dolayı, ekstrude yemler balıklar tarafından daha verimli kullanılır ve çevresel etki anlamında yetiştiricilik uygulamalarına büyük katkı yapmaktadır. Sonuçta, gerek fiziksel ve kimyasal, gerekse biyolojik nedenlerle, ekstrude yemler pelet pres teknolojisiyle üretilen yemlere here zaman tercih edilmelidir.

#### **Yemleme Stratejisi**

Balık yetiştiriciliğinde, yemleme yönetimi hem ekonomik hem de çevre açısından büyük öneme sahiptir. Balık yetiştiriciliğinin çevresel etkilerinin en aza indirmek için yemlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesinin yanı sıra ideal yemleme yönetiminin de oluşturulması gerekmektedir. Yetiştiriciliği yapılan balık türünün ihtiyacına uygun "çevre dostu" olarak üretilmiş bir yem bile kötü bir yemleme yönetimi ile hem ekonomik kayba hem de su kalitesinde olumsuzluğa yol açar. İdeal bir yemleme yönetiminin oluşturulması için yemleme miktarına, yemleme sıklığına ve yemleme tekniklerine dikkat edilmelidir.

*Yem sunum metotları:* Balıklar, genelde doyana kadar yada sınırlı yemleme yöntemi ile beslenirler. En kolay ve en pahalı yemleme şekli olan doyana kadar yemleme yöntemi, yaklaşık 0.5-100 gram aralığındaki balıkların beslenmesinde uygulanabilecek bir strateji olarak kabul edilebilir. Bu yöntemde, üretici balığın tüketeceği maksimum yem miktarını gözlemlenebilir. Balık türü, genetik orijin, yem kompozisyonu ve su sıcaklığı gibi etkenler yem tablolarının uygulanmasında farklı sonuçları beraberinde getirebilmektedir. Bu tabloların dikkatsiz kullanılması yada bilinçsiz yemleme

yönetimi önemli miktarda yem kaybına, kimyasal atığa ve ekonomik kayba neden olur. Bu yüzden, en uygun yemleme tablosu her yemin besin kompozisyonuna, enerji yoğunluğuna ve ilgili işletmenin yıllık su sıcaklığı değerlerine bağlı olarak hazırlanmış olanıdır.

*Yemleme Sıklığı:* Yemleme sıklığı, balığın büyüklüğü ve su sıcaklığı dikkate alınarak belirlenir. Çünkü, bu iki parametre, sindirim sistemi geçiş süresini doğrudan etkilemektedir. Genellikle yavru aşamasında çok sık uygulanan yemleme, balıklar büyüdükçe günde 2 defaya kadar azaltılır. Yemleme zamanı olarak ta günün ilk saatleri ve gün batımı öncesinin yem değerlendirme bakımından avantajlı zaman olarak belirlenmiştir.

*Yemleme Teknikleri:* Yemleme yönetimi, basit bir yem dağıtım işleminden ziyade, her üreticinin bilimsel veriler, kendi tecrübeleri ve işletme kayıtları ışığında belirledikleri sistemler bütünü olarak algılanmalıdır. Ancak, balık üreticilerinin yemleme teknikleri konusunda bilimsel verilere gerektiği kadar önem vermediği görülmektedir. Yemlemede öncelikle, muhatabın tanklar, havuzlar veya ağ kafeslerden ziyade balıklar olduğunun bilinmeli ve sadece balıkların yemlendiğinden emin olunmalıdır. Yem kaybının minimuma indirilmesi ile ilgili yapılan her türlü teknik ve bilimsel yatırım, uzun vadeli olarak ekonomik ve ekolojik anlamda büyük kazançlar getirecektir. Bu nedenle, işletmelerde yemleme yapan personelin yemleme yöntemleri konusunda, rutin olarak hizmet içi eğitimden geçirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, yemleme personeline yemledikleri havuzların veya kafeslerin büyüme ve yem değerlendirme parametrelerine ilişkin sorumluluk verilmeli ve performans takibi yapılmaktadır. Eğitimli olmaları ve ilgili personelin periyodik olarak kontrol edilmeleri gerekir.

**Sonuç**

Çevresel ortama en az etki yapan başarılı bir balık üretimi, tüketilemeyen yem miktarının en aza indirilmesi, yemlerdeki fosfor ve azot oranının ayarlanması ve yemlerin sindirilebilirliklerinin en yükseğe çıkartılması ile mümkündür. Özellikle son zamanlarda gündeme taşınana balık üretiminin çevreyi kirlettiği ve turizmi baltaladığı haberleri bilimsel verilerden yoksun medya bilgileridir. Bu konuda tarafsız, bilimsel araştırmalara ihtiyaç vardır. Halihazırda, kapalı koylarda bulunan tesisler, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı idaresinde açık alanlara (off-shore) taşınmaktadır. Ancak, bir kirlilik riski varsa bunun kaynağı balıklar değil, yemlerdir. Bu anlamda yem kalitelerinin takibi ve denetimi çok hassas bir şekilde yapılmalıdır. Yem fabrikası personeli eğitilmeli ve kaliteli çevre dostu yem formülasyonlarının geliştirilmesi için Üniversite-Sanayi işbirliği kapsamında AR-GE çalışmaları yürütülmelidir.

#### **Sonuç**

**Kaynakça**

Bühler, 2005, Extrusion Workshop, 18 – 22 April 2005. Switzerland.  
Cho. C.Y., J.D. Hynes, K.R. Wood, and H.K. Yoshida. 1994. Development of high-nutrient-dense, low-pollution diets and prediction of aquaculture

Bühler, 2005, Extrusion Workshop, 18 – 22 April 2005. Switzerland.  
Cho. C.Y., J.D. Hynes, K.R. Wood, and H.K. Yoshida. 1994. Development of high-nutrient-dense, low-pollution diets and prediction of aquaculture

- wastes using biological approaches. *Aquaculture*, 124: 293-305.
- Deniz, H. 2001. Environmental impact of aquaculture in Turkey and its relationship to tourism, recreation and sites of special protection. In: Uriarte, A. (Ed.), *Environmental Impact Assessment of Mediterranean Aquaculture Farms*, CIHEAM – IAMZ, Zaragoza, Spain, 159-171.
- Hardy, R.W. and D.M. Gatlin. 2002. Nutritional strategies to reduce nutrient losses in intensive Aquaculture. In: Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortes, M.G., Simoes, N. (Eds), *Advances en Nutricion Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola*. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancun, Quintana Roo, Mexico.
- Gowen, R.J, J. Karakassis, and P. Tett. 1997. Cage farming of fish and the marine environment in Cyprus. *FAO Mission Report*, Rome, FAO.
- Tekinay, A.A. 2000. Yetiştiriciliği yapılan deniz ürünlerinin neden olduğu çevre kirliliği. 1 Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, 259-260.
- Yıldırım, Ö., A.Y. Korkut. 2004. Su ürünleri yemlerinin çevreye etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21: 167-172.
- UNEP/MAP, 2004. *Mariculture in the Mediterranean*. MAP Technical Reports Series No. 140, Athens, UNEP/MAP.
- Woodroffe, J.M., 1994. *Manufacture of extruded aquaculture feeds*. <http://www.asasea.com>